

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 38 784 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
F 16 D 3/14
F 16 D 13/64
F 16 F 15/12
B 60 K 23/02

⑳ Aktenzeichen: 195 38 784.8
㉑ Anmeldetag: 18. 10. 95
㉒ Offenlegungstag: 2. 5. 96

DE 195 38 784 A 1

③④ Innere Priorität: ③② ③③ ③①
29.10.94 DE 44 38 689.3

㉑ Anmelder:
Luk Getriebe-Systeme GmbH, 77815 Bühl, DE

㉒ Erfinder:
Fischer, Robert, Dr., 77815 Bühl, DE; Stinus, Jochen,
77855 Achem, DE

⑤④ Steuerverfahren für ein Drehmomentübertragungssystem

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Steuerverfahren zur
Dämpfung von Torsionsschwingungen.

DE 195 38 784 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 96 602 018/594

16/30

Die Erfindung betrifft ein Steuerverfahren für Drehmomentübertragungssysteme. Aus der Fahrzeugtechnik ist es bekannt, daß Brennkraftmaschinen aufgrund ihrer Arbeitsweise in zyklischen Wiederholungen Ungleichförmigkeiten in der Drehmomentabgabe bzw. Torsionsschwingungen erzeugen. Diese Ungleichförmigkeiten in der Drehmomentabgabe werden z. B. an den Triebstrang eines Fahrzeuges übertragen.

Die Ungleichförmigkeiten in der Drehmomentabgabe bzw. die Torsionsschwingungen, welche einer gleichförmigen rotatorischen Bewegung der Ausgangswelle einer Brennkraftmaschine überlagert sind und an den Triebstrang eines Kraftfahrzeuges übertragen werden, können im nutzbaren Drehzahlbereich des Motors bzw. der Brennkraftmaschine Schwingungsresonanzen des Triebstranges hervorrufen und/oder verstärken, so daß eine Beeinträchtigung des Komforts durch z. B. Geräusche erfolgt. Dieses Resonanzverhalten zeigt sich bei Kraftfahrzeugen ohne Torsionsschwingungsdämpfer sehr deutlich, wenn die Drehzahlschwankung als Differenz zwischen der mittleren Getriebedrehzahl und der Getriebedrehzahl jeweils an der Getriebeeingangswelle beobachtet wird.

Zur Torsionsschwingungsdämpfung nach dem Stand der Technik werden Torsionsschwingungsdämpfer eingesetzt, welche Federsysteme mit ein- oder mehrstufiger Federcharakteristik und/oder Reibungsdämpfungssysteme mit konstantem, variablem oder abgestuftem Reibungsverhalten beinhalten. Zum Stand der Technik gehören ebenfalls Torsionsschwingungsdämpfer mit einem Hauptdämpfer- und einem Vordämpfer, von welchen wenigstens einer, mehrstufig sein kann.

Torsionsschwingungsdämpfer der vorerwähnten Art sind z. B. durch die US-Patente 4,698,045, 4,693,354, 4,679,679 bekannt geworden.

Weiterhin ist durch die DE-OS 34 38 594 bekannt, daß Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung derart eingesetzt wird, daß bei Torsionsschwingungsresonanzen des schlupfenden Systems der Schlupf resonanzartig erhöht wird.

Derartige Systeme mit dem Einsatz von Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung sind nach dem Stand der Technik mit einer starren Kupplungsscheibe ausgestattet, die keinen Torsionsschwingungsdämpfer enthält.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein möglichst universell einsetzbares Steuerverfahren zu schaffen, welches die Dämpfung von Torsionsschwingungen in einem Antriebssystem durch gezielte Ansteuerung der Kupplung gewährleistet und gleichzeitig einen möglichst geringen Teileumfang in bezug auf den Aufbau des Torsionsschwingungsdämpfers gewährleistet, d. h. daß der Torsionsschwingungsdämpfer möglichst einfach gestaltet wird, um zusätzlich zu einem reduzierten Teileumfang eine kostengünstige Lösung der Torsionsschwingungsdämpfung zu erzielen. Dementsprechend soll das erfindungsgemäße Steuerverfahren für Drehmomentübertragungssysteme in Verbindung mit einfach aufgebauten Torsionsschwingungsdämpfern einen Kostenvorteil gegenüber einem aufwendig ausgestalteten Torsionsschwingungsdämpfer gewährleisten. Gleichzeitig soll zur Dämpfung oder Isolation von Torsionsschwingungen mittels Schlupf der Schlupf derart angesteuert werden, daß ein verbrauchsgünstiges und verschleißreduzierendes Verfahren eingesetzt wird.

Die Aufgabe ist dadurch gelöst, daß im Zusammen-

wirken mit einem einfach aufgebauten Torsionsschwingungsdämpfer mit einfachen Feder-Dämpfer-Charakteristik ein Steuerverfahren zur Steuerung eines Drehmomentübertragungssystems benutzt wird, wobei der Schlupf zwischen zwei Bauteilen des Drehmomentübertragungssystems als Funktion von charakteristischen Kenngrößen gezielt gesteuert wird, um Torsionsschwingungen zu dämpfen oder zu isolieren. Die Isolation oder Dämpfung von Torsionsschwingungen im Bereich von Torsionsschwingungsresonanzen wird nach dem erfindungsgemäßen Verfahren durch den gezielten Einsatz oder die gezielte Verhinderung von Schlupf erreicht. Durch die gezielte Verhinderung von Schlupf wird in Bereichen mit resonanten Torsionsschwingungen im schlupfendem System eine weitere Erhöhung des Schlupfes zur Torsionsschwingungsdämpfung verhindert, was sich auf Verbrauch und Verschleiß positiv auswirkt.

Die Steuerung des Schlupfes zwischen Bauteilen eines Drehmomentübertragungssystems, wie Reibungskupplung, erfolgt derart, daß der nutzbare Drehzahlbereich der Motordrehzahl in mindestens zwei Teilabschnitte aufgeteilt wird und in mindestens einem dieser Teilabschnitte ein gezielt gewählter oder berechneter Schlupf eingestellt wird und in mindestens einem anderen Teilbereich der Schlupf gezielt ausgeschaltet bzw. unterdrückt oder gezielt reduziert wird, um Torsionsschwingungen gezielt zu dämpfen.

Die Charakteristik der Getriebedrehzahl bzw. die Drehzahlschwankung als Differenzdrehzahl zwischen der Motordrehzahl und der Getriebedrehzahl als Funktion der Motordrehzahl weist im Triebstrang eines Kraftfahrzeuges in der Regel Resonanzmaxima der Torsionsschwingungen auf, die mit Hilfe von Torsionsschwingungsdämpfern unterdrückt bzw. reduziert werden.

Zum Stand der Technik gehört das Verfahren zur Schwingungsdämpfung, welches mit Hilfe von Torsionsschwingungsdämpfern mit ein- oder mehrstufigen Federcharakteristiken und mit einfachen einstufigen oder variablen oder mehrstufigen Reibungsverhalten die Lage des Resonanzmaximums in einen Drehzahlbereich verschiebt, die bezüglich des Drehzahlbereiches des Hauptfahrbereiches und in bezug auf die Übertragung der Schwingungen unkritisch ist, da dieser Drehzahlbereich unterhalb der Leerlaufdrehzahl liegt und somit eine Schwingungsdämpfung mit Hilfe des Torsionsschwingungsdämpfers erzielt wird.

Bei einer anderen möglichen Auslegung des Torsionsschwingungsdämpfers von Drehmomentübertragungssystemen wird die Resonanzüberhöhung durch den gezielten Einsatz von Torsionsschwingungsdämpfern mit ein- oder mehrstufigen Federcharakteristiken und mit variablem, konstantem oder mehrstufigem Reibungsverhalten nicht vollständig in den Drehzahlbereich unterhalb der Leerlaufdrehzahl verschoben und eine in der Amplitude reduzierte Schwingungsresonanz resultiert aufgrund der Dämpfung.

Der Einsatz von gezielter erhöhter zusätzlicher Reibungsdämpfung führt im Bereich der Resonanz zu einer Absenkung der Amplitude der Drehzahlschwankung. In einem Drehzahlbereich mit Drehzahlen größer als der Resonanzdrehzahl führt die Reibungsdämpfung zu einer Erhöhung der Drehzahlschwankung.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Erfindung betrifft ein Steuerverfahren für Drehmomentübertragungssysteme mit einem Drehmomentübertragungssystem im Triebstrang eines Kraftfahrzeuges, welches auf-

grund der mechanischen Eigenschaften des gesamten Triebstranges des Fahrzeuges eine spezielle Charakteristik in bezug auf Torsionsschwingungen aufweist, wobei die mechanischen Eigenschaften und die Schwingungscharakteristiken des Triebstranges im Betrieb mit eingerückter, nicht schlupfender Kupplung sich von den mechanischen Eigenschaften und den Schwingungscharakteristiken des Triebstranges bei schlupfendem Betrieb unterscheiden.

Die charakteristischen Schwingungseigenschaften des Triebstranges bei schlupfendem Betrieb weisen in der Regel unterschiedliche Resonanzdrehzahlen im Vergleich zu den Resonanzdrehzahlen des mechanischen System des Triebstranges bei nicht schlupfendem Betrieb auf.

Durch den erfindungsgemäßen, gesteuerten Einsatz von Schlupf in definierten Teilbereichen des Hauptfahrbereiches bzw. durch die gesteuerte Abwesenheit von Schlupf in definierten Teilbereichen des Hauptfahrbereiches im Betrieb des Drehmomentübertragungssystems kann das Auftreten von Schwingungsresonanzen im gesamten Motordrehzahlbereich derart berücksichtigt werden, daß bei einem im Betrieb nicht schlupfendem Drehmomentübertragungssystem die Resonanzüberhöhung der Drehzahlschwankung in einem Drehzahlbereich dadurch unterdrückt bzw. gedämpft wird, daß Schlupf gezielt eingestellt wird und die bei einem im Betrieb schlupfenden Drehmomentübertragungssystem vorhandene Resonanz bei einer anderen Drehzahl dadurch unterdrückt bzw. gedämpft wird, daß bei einer Drehzahl, die geringer oder höher ist als die Resonanzdrehzahl des schlupfenden Systems, der Schlupf verhindert und somit ein quasi nicht schlupfendes System eingestellt wird. Als quasi nicht schlupfendes System kann z. B. ein System angesehen werden, bei welchem der Einsatz von Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung verhindert wird, ein kurzfristiges Rutschen bei erhöhten, kurzzeitigen Momentspitzen jedoch möglich ist.

Je nach Anwendungsfall und mechanischen Verhältnissen im jeweiligen Triebstrang der unterschiedlichen Fahrzeuge kann die Resonanzdrehzahl des nicht schlupfenden Systemes geringer, gleich oder größer sein als die Resonanzdrehzahl des schlupfenden Systemes. Zur Schwingungsdämpfung wird nach dem erfindungsgemäßen Steuerverfahren eine Torsionsschwingungsdämpfung dadurch erzielt, daß das System gezielt zwischen einem schlupfenden und einem nicht schlupfenden Zustand unterscheidet und die Steuerung derart ausgestaltet ist, daß im Falle einer Schwingungsresonanz des jeweiligen schlupfenden oder nicht schlupfenden Zustandes in den jeweils anderen oder einen jeweils anderen Zustand umgeschaltet wird.

Die erfindungsgemäße Aufgabe ist dadurch gelöst, daß bei Drehmomentübertragungssystemen, ein Torsionsschwingungsdämpfer Drehmomentungleichförmigkeiten zumindest über einen Teilbereich des nominalen Motormomentes isoliert und Torsionsschwingungen durch das gezielte Einsetzen oder Verhindern von Schlupf gedämpft werden, wobei der nutzbare Drehzahlbereich der Motordrehzahl in Abhängigkeit von Kenngrößen in zumindest zwei Teilbereiche aufgeteilt wird und davon mindestens ein Teilbereich ausgewählt wird, in welchem Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung eingesetzt wird und mindestens ein weiterer Teilbereich ausgewählt wird, in welchem zur Torsionsschwingungsdämpfung der Schlupf nicht eingesetzt wird oder gezielt verhindert wird.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe kann

auch dadurch gelöst werden, daß ein Drehmomentübertragungssystem realisiert wird mit einer eine Kupplungsscheibe mit Torsionsschwingungsdämpfer aufweisenden Kupplung, wobei bei Vorliegen eines Drehzahlbereiches, in welchem das System ohne vorhandenen Schlupf im Triebstrang eine Torsionsschwingungsresonanz aufweist, Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung eingestellt wird und bei Vorliegen eines Drehzahlbereiches, in welchem das schlupfende System eine Schwingungsresonanz aufweist, der Schlupf zur besseren Torsionsschwingungsdämpfung im wesentlichen verhindert wird und somit eine im wesentlichen schlupffreie Drehmomentübertragung durch die Kupplung erfolgt.

Vorteilhaft kann es sich bei einem erfindungsgemäßen Steuerverfahren auszeichnen, daß der Schlupf in Abhängigkeit von charakteristischen Drehzahlen bzw. Kenngrößen oder in Abhängigkeit von dem Durchschreiten der Drehzahl durch spezifische Grenzwerte eingestellt oder verhindert oder verändert wird, um eine in den jeweiligen Teilbereichen bevorzugte Torsionsschwingungsdämpfung zu erzielen.

Es kann für das erfindungsgemäße Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems zweckmäßig sein, wenn der nutzbare Drehzahlbereich des Motors in zwei Drehzahlbereiche aufgeteilt wird und in einem dieser beiden Drehzahlbereiche Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung eingesetzt wird und in einem anderen der beiden Drehzahlbereiche eine Torsionsschwingungsdämpfung gezielt ohne Schlupf realisiert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann in vorteilhafter Weise dadurch realisiert werden, daß der Torsionsschwingungsdämpfer ohne zusätzliche Reibungsdämpfung ausgebildet ist oder eine geringe Reibungsdämpfung im Torsionsschwingungsdämpfer vorhanden ist.

Weiterhin kann es zweckmäßig sein, wenn der Torsionsschwingungsdämpfer einen Dämpfer beinhaltet, dessen maximales Verdrehmoment geringer ist als das Nominalmoment der Brennkraftmaschine.

Zweckmäßig kann es ebenso sein, daß der Torsionsschwingungsdämpfer als Dämpfer ausgebildet ist, dessen maximales Verdrehmoment geringer ist als das Nominalmoment der Brennkraftmaschine.

Zweckmäßig kann eine erfindungsgemäße Ausgestaltung sein, wenn der Torsionsschwingungsdämpfer eine drehelastische Schwingungsdämpfungseinrichtung beinhaltet, welche eine einstufige Federcharakteristik aufweist.

Vorteilhaft kann es bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung sein, wenn der Torsionsschwingungsdämpfer eine mehrstufige Federcharakteristik aufweist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Torsionsschwingungsdämpfer eine Dämpfungseinrichtung mit zumindest einem Federpaar beinhalten, welches in Zug- und/oder Schubrichtung komprimiert wird.

Gemäß einer Weiterbildung des erfinderischen Gedankens kann bei Betrieb des Drehmomentübertragungssystems mit Schlupf eine dabei auftretende Schwingungsresonanz durch Verringerung oder Unterbindung des Schlupfes gedämpft werden und bei einem Betrieb ohne Schlupf des Drehmomentübertragungssystems eine auftretende Schwingungsresonanz durch die Einstellung eines definierten Schlupfes gedämpft werden.

Vorteilhaft kann eine Ausgestaltung der Erfindung sein, wenn ein Steuer- oder Überwachungssystem —

aufgrund von Meßsignalen und/oder Systemeingangsgrößen — zwischen zumindest einem Bereich mit Schlupfbetrieb und zumindest einem Bereich ohne Schlupfbetrieb unterscheiden kann und in Abhängigkeit von Meßsignalen und/oder Systemeingangsgrößen in den einzelnen Bereichen der Schlupf gezielt angesteuert werden kann.

Vorteilhaft kann es weiterhin sein, wenn der in zumindest einem Teilbereich einzustellende Schlupf zur Erzeugung der Schwingungsisolierung einen parameterabhängigen Grenzwert von 10 min^{-1} bis 200 min^{-1} nicht überschreitet.

Vorteilhaft kann es weiterhin sein, wenn der in zumindest einem Teilbereich einzustellende Schlupf zur Erzeugung der Schwingungsisolierung einen Grenzwert von 10 min^{-1} bis 200 min^{-1} nicht überschreitet.

Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn der einzustellende Schlupf in einem Bereich von 20 min^{-1} bis 150 min^{-1} , vorzugsweise in einem Bereich von 20 min^{-1} bis 100 min^{-1} liegt.

Zweckmäßig ist es, wenn der Schlupf zum Zwecke der Schwingungsisolierung nur in einem begrenzten Drehzahlbereich eingesetzt wird.

Vorteilhaft kann es sein, wenn der Schlupf in den Drehzahlbereichen, in welchen Schlupf zur Isolierung von Torsionsschwingungen eingesetzt wird, der Schlupf als Funktion der Motordrehzahl und/oder des Motor Moments und/oder der Temperatur und/oder der Drosselklappenstellung und/oder der Änderungsgeschwindigkeit der Drosselklappenwinkels und/oder des Ansaugdrucks und/oder von Pedalstellungen gesteuert wird.

Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn der zur Schwingungsisolierung eingesetzte Schlupf in dem Drehzahlbereich, in welchem Schlupf eingesetzt wird als Funktion der Motordrehzahl ein lokales Maximum aufweist und der Schlupf in Richtung auf zumindest einem Randbereich des Drehzahlbereiches kontinuierlich abnimmt.

Vorteilhaft kann es nach dem erfinderischen Gedanken ebenfalls sein, wenn ein Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems realisiert wird, bei welchem ein Torsionsschwingungsdämpfer Drehmomentungleichförmigkeiten isoliert und/oder dämpft und Torsionsschwingungen durch das gezielte Einsetzen oder Verhindern von Schlupf isoliert und/oder gedämpft werden, wobei der nutzbare Drehzahlbereich der Motordrehzahl in Abhängigkeit von Kenngrößen in zumindest zwei Teilbereiche aufgeteilt wird und davon mindestens ein Teilbereich ausgewählt wird, in welchem Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung eingesetzt wird und mindestens ein weiterer Teilbereich ausgewählt wird, in welchem zur Torsionsschwingungsdämpfung der Schlupf nicht eingesetzt wird oder gezielt verhindert wird und der Torsionsschwingungsdämpfer mit seinen schwingungsisolierenden und/oder schwingungsdämpfenden Eigenschaften und/oder mit seiner Auslegung auf einen Teilastbereich des nominalen Motormomentes auf einen gezielten Einsatz und/oder eine gezielte Abwesenheit von Schlupf optimiert ist.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels aus der Fahrzeugtechnik näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Eine Prinzipdarstellung eines Fahrzeuges mit einem Drehmomentübertragungssystem,

Fig. 2 ein Signaldiagramm, wobei die Drehzahl-schwankung als Drehzahldifferenz zwischen der mittleren Getriebedrehzahl und der Getriebedrehzahl als

Funktion der Motordrehzahl aufgetragen ist, wobei vier Anwendungsfälle gezeigt sind.

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug 1 mit einer Brennkraftmaschine 2. Zwischen der Brennkraftmaschine 2 und dem Getriebe 4 ist eine Kupplung 3, wie Reibungskupplung, angeordnet.

Die Kupplung 3 ist im Kraft- bzw. Drehmomentfluß zwischen dem Motor 2 und dem nachgeschalteten Getriebe 4 derart angeordnet, daß das zu übertragende Drehmoment von der Kupplung 3 gesteuert übertragen werden kann. Gleichzeitig können auch Drehmomentungleichförmigkeiten oder Torsionsschwingungen an den Triebstrang übertragen werden.

Zur Dämpfung von Torsionsschwingungen kann ein Torsionsschwingungsdämpfer in der Kupplungsscheibe angeordnet sein, der eine ein- oder mehrstufige Federcharakteristik aufweist und/oder mit Reibungsdämpfungselementen versehen sein kann.

Die Reibungskupplung kann eine selbsteinstellende Kupplung sein.

Das Getriebe 4 ist über eine Antriebswelle 5 mit einer Antriebsachse 6 des Fahrzeuges 1 verbunden. Bei der Reibungskupplung 3 wird zwischen einer der Brennkraftmaschine 2 benachbarten Antriebsseite 7 und einer der dem Getriebe 4 zugewandten Abtriebsseite 8 unterschieden.

An ein die drehmomentübertragenen Teile der Kupplung gezielt ein- oder ausrückendes Element kann eine Hydraulikleitung 9 angeschlossen sein, die einen Nemerzylinder 10 aufweist. Die Hydraulikleitung 9 ist über einen Geberzylinder 11 mit dem Elektromotor 12 verbunden, wobei der Elektromotor 12 und der Geberzylinder 11 in einem Gehäuse zu einem Stellglied 13 zusammengefaßt sind. In dem selben Gehäuse ist unmittelbar am Geberzylinder 11 ein Kupplungswegsensor 14 angeordnet. Darüberhinaus kann innerhalb des Stellgliedgehäuses ein in der Zeichnung nicht dargestelltes Steuergerät auf einer Leiterplatte angeordnet sein.

Das Steuergerät ist mit einem unmittelbar an Verbrennungsmotor angeordneten Drosselklappensensor 15, einem Motordrehzahlsensor 16 und einem an der Antriebsachse 6 angeordneten Tachosensor 17 verbunden. Darüberhinaus weist das Fahrzeug 1 einen Schalthebel 18 auf, der über ein Schaltgestänge auf das Getriebe 4 wirkt. Am Schalthebel 18 ist ein Schaltwegsensor 19 vorgesehen, der ebenfalls mit dem Steuergerät in Signalverbindung steht. Das Steuergerät gibt dem Elektromotor 12 zur Kupplungsbetätigung eine Stellgröße in Abhängigkeit der Meßwerte oder Signale der angeschlossenen Sensorik (14, 15, 16, 17, 19) vor. Hierzu ist in dem Steuergerät ein Steuerprogramm als Hard- und/oder als Software implementiert.

Der Elektromotor 12 wirkt in Abhängigkeit von der Vorgabe des Steuergerätes über die Hydraulik (9, 10, 11) auf die selbsteinstellende Kupplung 3. Die Funktion dieser Kupplung 3 ist in den Offenbarungsschriften DE-OS 42 39 291, DE-OS 43 06 505, DE-OS 42 39 289 und DE-OS 43 22 677 bereits eingehend beschrieben. Der Inhalt dieser Schriften wird hiermit ausdrücklich als zum Umfang der Offenbarung der Erfindung gehörig ausgewiesen.

Eine weitere mögliche Ausgestaltung der Erfindung kann vorteilhaft dadurch gebildet sein, daß die Ansteuerung des Drehmomentübertragungssystems über eine mechanische Betätigungsvorrichtung auf die Kupplung einwirkt und diese zwischen einer eingerückten Position und einer ausgerückten Position bewegen kann, um die Funktion der Drehmomentübertragung und Dämpfung

von Torsionsschwingungen zu gewährleisten.

Bei einem mechanischen Betätigungssystem kann es sich um ein von einem Stellmotor angetriebenes und positionierbares Gestänge handeln, das mit einer Ausrückgabel verbunden ist und eine Bewegung der Ausrückgabel steuert. Die Ausrückgabel ist mit einem Ausrücklager der Kupplung 3 verbunden und die Kupplung kann durch die gezielte Bewegung des Ausrücklagers gezielt ein- oder ausgerückt werden.

Als Drehmomentübertragungssystem kann ebenso eine Anfahrkupplung eines automatischen Getriebes, wie z. B. eines stufenlos einstellbaren Kegelscheibenum-schlingungsgetriebes gezielt angesteuert werden.

Zur Schwingungsdämpfung von Torsionsschwingungen besteht die Möglichkeit eines gezielten Einsatzes von Schlupf im Drehmomentübertragungssystem.

In diesem Fall kann grundsätzlich zwischen zwei unterschiedlichen mechanischen Systemen bzw. Modellen unterschieden werden, da der Triebstrang bei schlupfendem Betrieb des Drehmomentübertragungssystems andere mechanische Eigenschaften aufweist als der gleiche Triebstrang bei nichtschlupfendem Betrieb des Drehmomentübertragungssystems, d. h. daß sich z. B. die Resonanzfrequenzen dieser beiden Systeme unterscheiden. Dieser Sachverhalt wird in Fig. 2 dargestellt bzw. verdeutlicht.

In Fig. 2 ist die Charakteristik der Drehzahlschwankung als Funktion der Motordrehzahl aufgetragen. Die Kurve 31, welche durch nicht ausgefüllte Quadrate dargestellt ist, stellt die Drehzahlschwankung eines Drehmomentübertragungssystems der herkömmlichen Art als Funktion der Motordrehzahl dar, wobei kein oder kein optimierter Torsionsschwingungsdämpfer verwendet wird und das System ohne Schlupf arbeitet. Man erkennt bei niedrigen Drehzahlen ein Resonanzmaximum bei ca. 800 bis 1200 Umdrehungen pro Minute mit einer Resonanzbreite A. Zu höheren Drehzahlen hin nimmt die Drehzahlschwankung deutlich ab.

Um einen solchen Verlauf 31 der Drehzahlschwankung als Funktion der Motordrehzahl zu optimieren, wird nach dem Stand der Technik ein optimierter Torsionsschwingungsdämpfer eingesetzt. Ein solcher optimierter Dämpfer in einem Drehmomentübertragungssystem verursacht die Reduzierung der Resonanzamplitude und/oder eine Verschiebung der Resonanzfrequenz, wie es die Linie 32 in Fig. 2 zeigt. Die Benutzung eines optimierten Dämpfers mit unterschiedlichen, mehrstufigen Federcharakteristiken und mit einer optimierten Reibungsdämpfung, die ein- oder mehrstufig sein kann, führt dazu, daß das Resonanzmaximum bei Drehzahlen um ca. 800 bis 1200 Umdrehungen pro Minute reduziert wird. Die Nutzung dieses optimierten Dämpfers führt dazu, daß die Drehzahlschwankung im Drehzahlbereich oberhalb ca. 1400 Umdrehungen pro Minute im Vergleich zu dem System ohne optimierten Dämpfer und ohne Schlupf deutlich erhöht wird.

Benutzt man dahingegen einen einfachen Torsionsschwingungsdämpfer ohne zusätzliche Reibungsdämpfungseinrichtung und einer einfachen Federcharakteristik und setzt gezielt Schlupf zur Schwingungsdämpfung ein, wird eine Drehzahlschwankung als Funktion der Motordrehzahl nach der Kurve 33 im Antriebsstrang beobachtet.

Bei niedrigen Drehzahlen bis ca. 1500 Umdrehungen pro Minute wird eine deutliche Reduzierung der Drehzahlschwankung erreicht. Bei einer Drehzahl von ca. 1500 Umdrehungen entsteht bzw. beobachtet man eine Resonanzlinie des schlupfenden Systemes, die aufgrund

der unterschiedlichen Charakteristik des Antriebsstranges im schlupfenden Falle bei einer deutlich höheren Drehzahl des Motors auftreten kann als die Resonanzdrehzahl des im wesentlichen geschlossenen, nicht schlupfenden Systemes. Diese Resonanz bei höheren Drehzahlen kann dann auftreten, wenn der Schlupf des Drehmomentübertragungssystems nicht zu groß ist und trotz des Schlupfes ein Drehmoment übertragen wird. Die Drehzahlschwankung für Motordrehzahlen größer als die Resonanzdrehzahl bzw. außerhalb des Resonanzbereiches B ist deutlich geringer als bei einem nicht schlupfenden System mit einem optimierten Dämpfer.

Verwendet man ein Steuerverfahren, nach dem erfindersichen Gedanken, welches gezielt Schlupf einsetzt, um eine Torsionsschwingungsdämpfung zu erzielen, so resultiert die Kennlinie 34.

In einem ersten Drehzahlbereich 40 wird Schlupf eingesetzt, um die Resonanzlinie A des geschlossenen Systemes zu unterdrücken. Im Drehzahlbereich oberhalb 1500 Umdrehungen pro Minute wird der Schlupf gezielt vermieden, um die Resonanz des schlupfenden Systemes B zu unterdrücken. Dadurch wird erreicht, daß die Drehzahlschwankung als Funktion der Motordrehzahl im nutzbaren Drehzahlbereich oberhalb der Leerlaufdrehzahl durchweg geringer ist als die Drehzahlschwankung, welche die mit Hilfe eines Torsionsschwingungsdämpfers der optimierten Art, jedoch ohne Schlupf erzielt wird.

Um bei nicht schlupfendem Betrieb im Bereich 41 eine notwendige Schwingungsdämpfung zu erzielen, kann das Drehmomentübertragungssystem einen Torsionsschwingungsdämpfer beinhalten, der eine einfache einstufige Charakteristik aufweist und/oder nur über einen Teilbereich des nominalen Motormomentes wirksam ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems, bei welchem ein Torsionsschwingungsdämpfer Drehmomentungleichförmigkeiten zumindest über einen Teilbereich des nominalen Motormomentes dämpft und Torsionsschwingungen durch das gezielte Einsetzen oder Verhindern von Schlupf isoliert werden, wobei der nutzbare Drehzahlbereich der Motordrehzahl in Abhängigkeit von Kenngrößen in zumindest zwei Teilbereiche aufgeteilt wird und davon mindestens ein Teilbereich ausgewählt wird, in welchem Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung eingesetzt wird und mindestens ein weiterer Teilbereich ausgewählt wird, in welchem zur Torsionsschwingungsdämpfung der Schlupf nicht eingesetzt wird oder gezielt verhindert wird.

2. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems, mit einer eine Kupplungsscheibe mit Torsionsschwingungsdämpfer aufweisenden Kupplung, wobei bei Vorliegen eines Drehzahlbereiches, in welchem das System ohne vorhandenen Schlupf im Triebstrang eine Torsionsschwingungsresonanz aufweist, Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung eingestellt wird und bei Vorliegen eines Drehzahlbereiches, in welchem das schlupfende System eine Schwingungsresonanz aufweist, der Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung im wesentlichen verhindert wird und somit eine im wesentlichen schlupffreie Drehmomentübertragung

durch die Kupplung erfolgt.

3. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlupf in Abhängigkeit von charakteristischen Drehzahlen bzw. Kenngrößen oder in Abhängigkeit von dem Durchschreiten der Drehzahl durch spezifische Grenzwerte eingestellt oder verhindert oder verändert wird, um eine in den jeweiligen Teilbereichen bevorzugte Torsionsschwingungsdämpfung zu erzielen.

4. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der nutzbare Drehzahlbereich des Motors in zwei Drehzahlbereiche aufgeteilt wird und in einem dieser beiden Drehzahlbereiche Schlupf zur Torsionsschwingungsdämpfung eingesetzt wird und in einem anderen der beiden Drehzahlbereiche eine Torsionsschwingungsdämpfung gezielt ohne Schlupf realisiert wird.

5. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionsschwingungsdämpfer ohne zusätzliche Reibungsdämpfung ausgebildet ist.

6. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine sehr geringe Reibungsdämpfung im Torsionsschwingungsdämpfer vorhanden ist.

7. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionsschwingungsdämpfer einen Dämpfer beinhaltet, dessen maximales Verdrehmoment geringer ist als das Nominalemoment der Brennkraftmaschine.

8. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionsschwingungsdämpfer als Dämpfer ausgebildet ist, dessen maximales Verdrehmoment geringer ist als das Nominalemoment der Brennkraftmaschine.

9. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionsschwingungsdämpfer eine drehelastische Schwingungsdämpfungseinrichtung beinhaltet, welche eine einstufige Federcharakteristik aufweist.

10. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionsschwingungsdämpfer eine mehrstufige Federcharakteristik aufweist.

11. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionsschwingungsdämpfer eine Dämpfungseinrichtung mit zumindest einem Federpaar beinhaltet, die in Zug- und/oder Schubrichtung komprimiert werden.

12. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei Betrieb des Drehmomentübertragungssystems mit Schlupf eine in diesem Zustand auftretende Schwingungsresonanz durch gezielte Verringerung oder Unterbindung des Schlupfes gedämpft wird

und bei einem schlupffreien Betrieb eine in diesem Zustand auftretende Schwingungsresonanz durch die gezielte Einstellung eines definierten Schlupfes gedämpft wird.

13. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Steuer- oder Überwachungssystem aufgrund von Meßsignalen und/oder Systemeingangsgrößen zwischen zumindest einem Bereich mit Schlupfbetrieb und zumindest einem Bereich ohne Schlupfbetrieb unterscheiden kann und in Abhängigkeit von Meßsignalen und/oder Systemeingangsgrößen in den einzelnen Bereichen der Schlupf gezielt angesteuert werden kann.

14. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der in zumindest einem Teilbereich einzustellende Schlupf zur Erzeugung der Schwingungsisolierung einen parameterabhängigen Grenzwert von 10 min^{-1} bis 200 min^{-1} nicht überschreitet.

15. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der in zumindest einem Teilbereich einzustellende Schlupf zur Erzeugung der Schwingungsisolierung einen Grenzwert von 10 min^{-1} bis 200 min^{-1} nicht überschreitet.

16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der einzustellende Schlupf in einem Bereich von $20 - 150 \text{ min}^{-1}$, vorzugsweise in einem Bereich von $20 - 100 \text{ min}^{-1}$ liegt.

17. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlupf zum Zwecke der Schwingungsisolierung nur in einem begrenzten Drehzahlbereich eingesetzt wird.

18. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlupf in den Drehzahlbereichen, in welchen Schlupf zur Isolierung von Torsionsschwingungen eingesetzt wird, der Schlupf als Funktion der Motordrehzahl und/oder des Motormoments und/oder der Temperatur und/oder der Drosselklappenstellung und/oder der Änderungsgeschwindigkeit der Drosselklappenwinkels und/oder des Ansaugdrucks und/oder von Pedalstellungen gesteuert wird.

19. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der zur Schwingungsisolierung eingesetzte Schlupf in dem Drehzahlbereich, in welchem Schlupf eingesetzt wird als Funktion der Motordrehzahl ein lokales Maximum aufweist und der Schlupf in Richtung auf zumindest einem Randbereich des Drehzahlbereiches kontinuierlich abnimmt.

20. Verfahren zum Steuern eines Drehmomentübertragungssystems, bei welchem ein Torsionsschwingungsdämpfer Drehmomentungleichförmigkeiten isoliert und/oder dämpft und Torsionsschwingungen durch das gezielte Einsetzen oder Verhindern von Schlupf isoliert und/oder gedämpft werden, wobei der nutzbare Drehzahlbereich der Motordrehzahl in Abhängigkeit von Kenngrößen in zumindest zwei Teilbereiche aufgeteilt wird und davon mindestens ein Teilbereich ausgewählt wird, in welchem Schlupf zur Torsionsschwingungs-

dämpfung eingesetzt wird und mindestens ein weiterer Teilbereich ausgewählt wird, in welchem zur Torsionsschwingungsdämpfung der Schlupf nicht eingesetzt wird oder gezielt verhindert wird und der Torsionsschwingungsdämpfer mit seinen 5 schwingungsisolierenden und/oder schwingungsdämpfenden Eigenschaften und/oder mit seiner Auslegung auf einen Teilastbereich des nominalen Motormomentes auf einen gezielten Einsatz und/oder eine gezielte Abwesenheit von Schlupf opti- 10 miert ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig.1 *

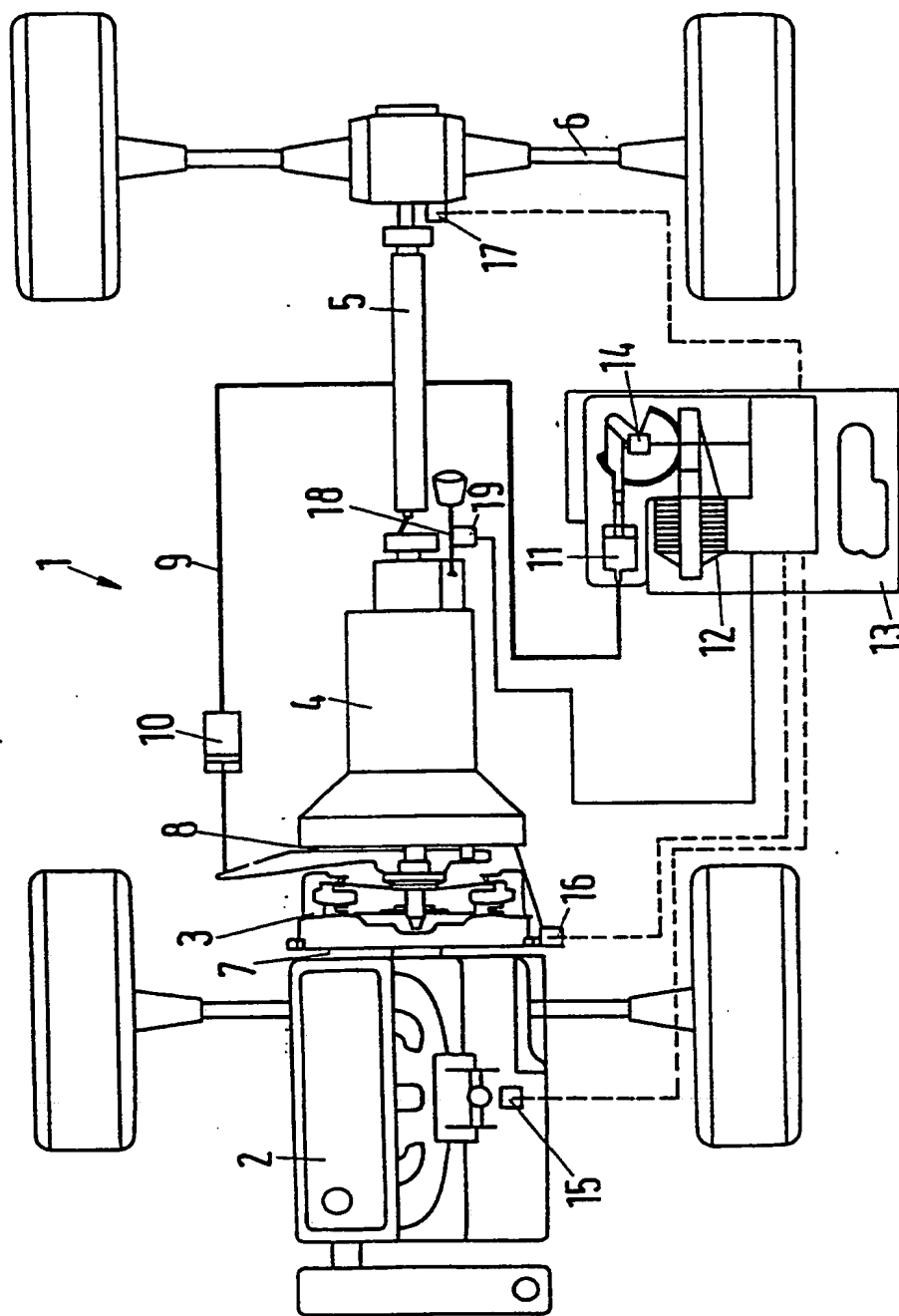


Fig.2

